
10e colloque sur les arcs
électriques CAEX
Limoges, 14 et 15 mars 2011
Université
de Limoges

Quelle place pour les arcs électriques et les réacteurs plasmas dans «l'Inventaire et la valorisation des collections, archives scientifiques et biens culturels » de l'université de Limoges ?

Anne-Marie Delaune, Mission Patrimoine scientifique et culturel

Bernard Pateyron, SPCTS, CNRS UMR 6638



Toute trace tend à s'effacer…



Les outils de la recherche se renouvellent

Les 50 dernières années ont été le théâtre d'une évolution rapide de la science, des techniques, des conditions économiques, sociales et culturelles…

Les objets scientifiques obsolètes, non esthétiques, souvent lourds et encombrants disparaissent.





Le patrimoine scientifique et technique de l'université est menacé

Il y a urgence !

Depuis quelques années, on assiste au départ massif des chercheurs à l'origine de la création d'une grande partie des laboratoires. Que nous laissent-ils ?







Mission depuis juin 2010
« Inventaire et valorisation des collections, archives scientifiques et biens culturels »

Constituer la mémoire de l ’université

(à l’exclusion des archives de l’administration)

1. Collecter, sauvegarder / Sensibiliser au patrimonial
2. Conserver, restaurer, interpréter, expliquer
3. Valoriser faire connaître le patrimoine de l’Université et son histoire

Distinguer l’innovation d’hier et d’aujourd’hui dans les travaux des laboratoires





Collecter et sauvegarder le matériel scientifique

Conserver les instruments qui ne sont plus utilisés, témoins de l'activité universitaire d'enseignement ou de recherche.

Critère de tri

- **objets documentés** : fonctionnement, utilisation, mode d'emploi, programmes de recherche
- **instruments complets** et, si possible**, en état de fonctionner.**



Inventaire

Fiche descriptive



Photo

Titre (désignation - nom)

Fabricant

Modèle

Date de fabrication

Période de fabrication

Domaine d'application

Sous-domaine d'application

Description description physique - principe de fonctionnement - principe de manipulation

Utilisation Application de l'objet au sein du laboratoire ou de l'unité d'enseignement

Encombrement (cm)

Poids (g) **Matériaux**

Etat général bon

Etat de fonctionnement OUI / NON

Pièces manquantes

Nom de l'organisme propriétaire

Laboratoire ou service d'origine

Lieu de stockage

Personnes ressources

Documents associés (mode d'emploi)

Commentaires





Collecter les témoignages écrits, audio ou vidéo les archives scientifiques

La mission Patrimoine a le projet de recueillir :

- la mémoire vivante, les témoignages et les savoir-faire
- les papiers des chercheurs, tiré-à-part, cahier de labo…

Collecte à mener dans chaque laboratoire

Action de sensibilisation auprès des secrétariats





Participer à la Mission nationale de sauvegarde du PATrimoine Scientifique et TEchnique Contemporain (Musée national des Arts et Métiers)

PATRIMOINE scientifique et technique contemporain



- Un site web PATSTEC
- Une méthode
- Des outils
- Un réseau
- Des partenaires



Sauvegarde du « PATSTEC » en Limousin

avec les propriétaires de collections et le réseau des Musées d'objets techniques (REMUT)

- Musée Gay Lussac (Saint-Léonard-de-Noblat)
- Musée de l'électrification (Bourganeuf)
- Musée D'Arsonval (La Porcherie)
- Moulin du Got (Saint-Léonard-de-Noblat)
- Musée de la météorite (Rochechouart)
- Maison des moulins (Peyrat-le-Château)
- Musée de la mine de Bosmoreau (Creuse)
- Musée de la machine agricole (Neuvic d'Ussel)
- Edouard LAFOSSAS, collectionneur de machines à vapeur et amateur de moulins à eau (Saint-Yrieix-la-Perche)

Etc.



Réfléchir

pourquoi sauvegarder le patrimoine scientifique ?
comment coopérer en région ?

Journée d'étude, le 4 mai 2011 à la Fac de Sciences

« Sauvegarde des instruments scientifiques et techniques ”
séminaire Histoire des Sciences et Épistémologie

Principaux intervenants :

Paolo Brenni, Université de Florence
Catherine Cuenca, MNAM, Université de Nantes
Daniel Thoulouze, ancien dir. du Musée des Arts et métiers
Jérôme Fatet, Université de Limoges

Organisateurs

Jérôme FATET, François LOGET, Abdelkader NECER, A.-M. DELAUNE



Sensibiliser aux sciences
Valoriser le patrimoine scientifique

Projet en cours

1. Concevoir un **espace innovant** pour :

- Faire entrer et participer le public dans le lieu d'expérimentation qu'est un laboratoire de recherche
- Faire entrer le laboratoire au cœur de la cité pour porter la science dans la société
- Expérimenter de nouvelles médiations de la culture scientifique

2. Faire revivre le laboratoire du réacteur plasma en laboratoire-musée

3. Compléter le **parcours Biodiversité** du parc de la Faculté des sciences (mare, musée géologique, arboretum) par l'aménagement d'une « **chapelle botanique » ouverte au public** dans les serres de la faculté



… un musée ?

Définition selon le Conseil international des musées ICOM

*Le musée est une **institution permanente** sans but lucratif, au service de la société et de son développement, **ouverte au public**,*

*qui acquiert, **conserve, étudie, expose** et transmet le patrimoine matériel et immatériel de l'humanité et de son environnement*

à des fins d'études, d'éducation et de délectation



Quel patrimoine universitaire ?

des instruments de physique

Françoise NARDOU - Jean-Paul LAVAL

Analyseur Rayons X : *goniomètre instrumenté avec 3 cercles pour :*

- mesures de contraintes,

- figures de pôle avec 2 détecteurs (ponctuel et linéaire)

- analyse de texture, analyse quantitative des phases d'un matériau

+ tube de chrome et collimateurs (pour aligner le faisceau très fin et monochromatique.de Rayons X

Rack avec système de pilotage *et 2 baies de mesures associées aux détecteurs (ponctuel et linéaire)*





Quel patrimoine universitaire ?

des instruments de physique

Bernard RATIER

Accélérateur linéaire de particules ou Implanteur d'ions, de type HVEE 400 KV, de la société High Voltage Engineering Europa, projet de 1982 LEPOFI Laboratoire électronique de polymères de faisceaux d'ions – industrie du silicium, sorte de dopage électronique pour changer les propriétés électriques du matériau localisé en surface.







Quel patrimoine universitaire ?

des instruments de physique

Hélène AGEORGES

- La première camera infrarouge commercialisée par AGA (Suède)
- Optique de télescope système CASSEGRAIN
- Balayage X, Y par prisme tournant et miroir oscillant
- Capteur sélénium refroidit à l'azote liquide





Quel patrimoine universitaire ?

des instruments de chimie

Serge LEVET



Dilatomètre





Four Coudamy



Pourquoi sauvegarder le laboratoire du réacteur Plasma ?

Vers 1996



Pourquoi conserver le laboratoire « Réacteur plasma » en état de fonctionnement ?

1) Un laboratoire de physique complet et fonctionnel

2) Intérêt pédagogique et démonstratif

3) Un témoin pour l'histoire des sciences



Pourquoi conserver le laboratoire « Réacteur plasma » en état de fonctionnement ?

Parce qu'il n'est prévu ni crédits ni locaux dans le hall technologique du CEC (Centre Européen de la Céramique), quand ceux-ci seront livrés, fin décembre 2011.



1. Un laboratoire de physique complet et fonctionnel

Un local de 120 m² - Installation de 860 kVA



Implanté à l'université de Limoges en 1977 sous l'égide du CEA (CEN Saclay), - EDF et de Péchiney électrométallurgie

Université de Limoges

Un laboratoire en état de fonctionnement

Comprenant :

- un vaste tableau de commandes du réacteur
- un débitmètre massique “ Air Liquide ”
- des armoires de distribution fluides –Technologie des années 1980
- Une tour de refroidissement air-air (selon la technologie utilisée dans les centrales nucléaire)

Tableau de débitmètres “gyromètres ” en verre borosilicaté





Le réacteur métallurgique et ses chambres cycloniques



Un laboratoire avec ses instruments

Collection de microordinateurs de bureau et de matériel de mesure Hewlett-Packard



- HP 25 (HPGL)
- HP 45 (Rocky Mountain Basic)
- **HP 85 (Capricorne)**
- HP 150 (Fortran)
- HP 200, 210, 230
- Station de travail HP-Apollo (Unix)
- Tables traçantes
- Voltmètres et chaines d'acquisition de données
- Premiers oscilloscopes numériques

La plupart sont en état de marche

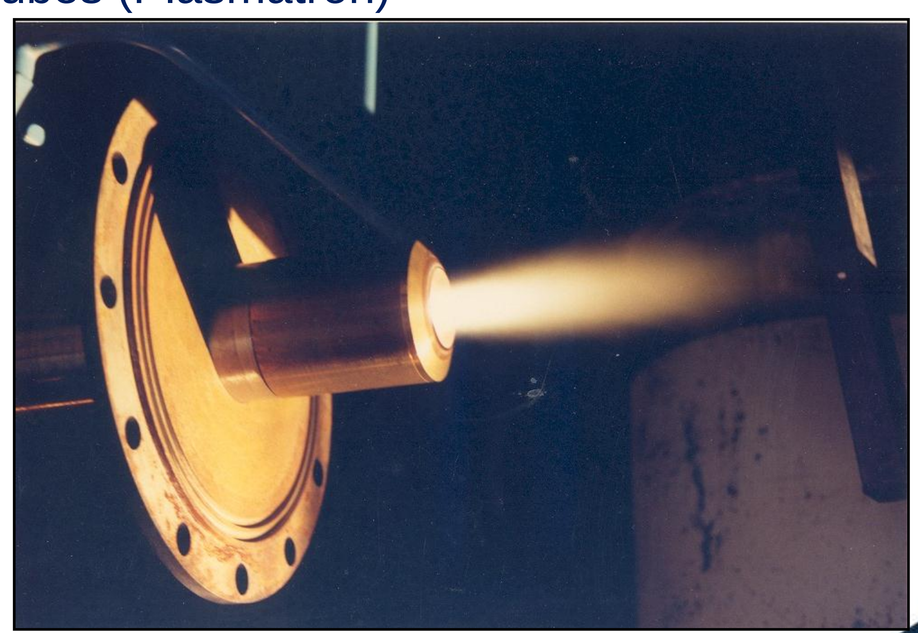
Aucun de ces appareil n'est présent au musée de la tour de la Défense.



Avec ses collections de torches Plasma

- Torche historique ARCOS 1970 (documentée sur un poster)
- Deux “ petites ” torches à plasma (10 kW) et leur générateur électrique (en état de marche)
- Torche Plasma RIOU de découpage
- Torche de KASABJI, laboratoire du CEA
- Torche à projection dans des tubes (Plasmatron)
- Torche Camacho
- Tuyères ARCOS
- Torche PTF4
- Tryode ou lampe + générateur radiofréquence (« merveille technologique »)
- Tube ou lampe à rayons X

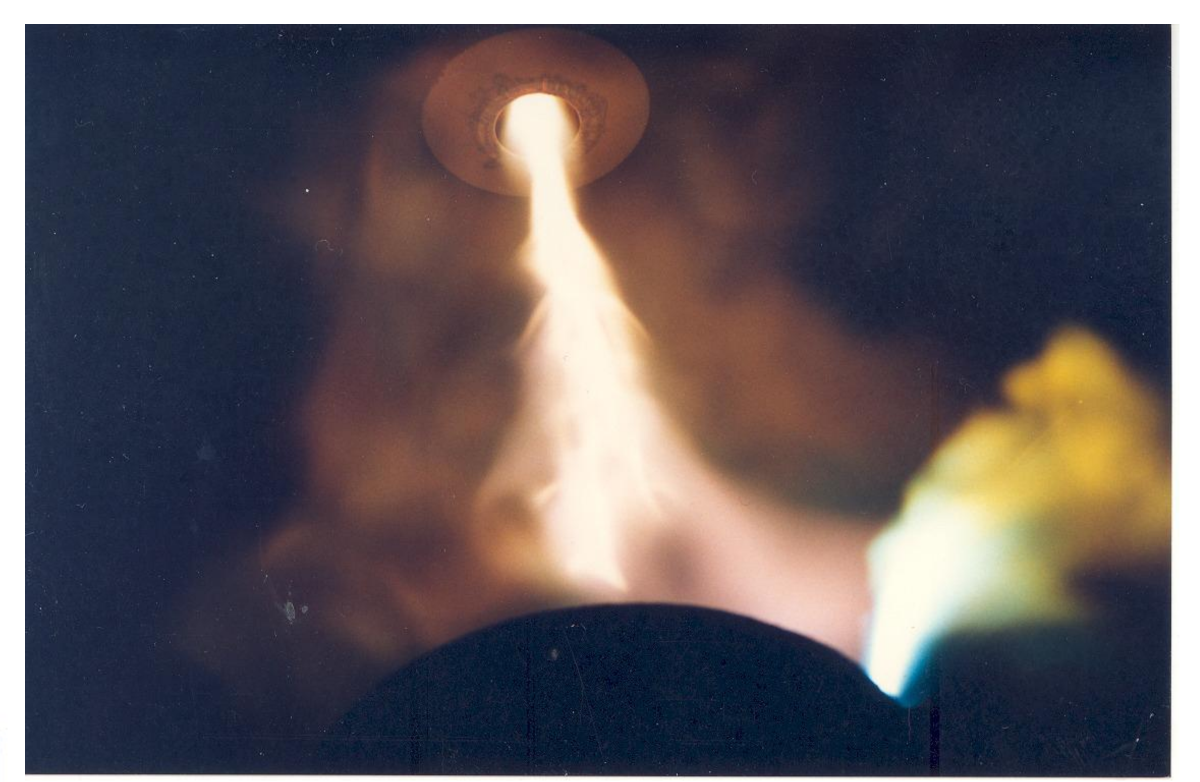
etc.





2. Intérêt démonstratif

Les arcs électriques sont simples à mettre en œuvre et particulièrement spectaculaires.






Université
de Limoges

Un laboratoire de démonstration

La chambre (rouge) de pressurisation à double parois refroidies

Elle permet une utilisation sous 5 bars pour faire des arcs électriques longs (jusqu’à un mètre).





Intérêt pédagogique

Les arcs électriques sont représentatifs de larges pans de la physique :

- lampes à arc
- chimie des nitrates ou des hydrocarbures
- arcs glissants
- pyrolyse des rejets industriels
- soudures, métallurgie
- purification du silicium



Et aussi … des « arcs chantants »

- Composants électromécaniques actifs

=> amplificateurs, oscillateurs et haut-parleurs



©http://casque.generationmp3.com/2008/09/12/le-son-de-demain-les-enceintes-a-plasma/

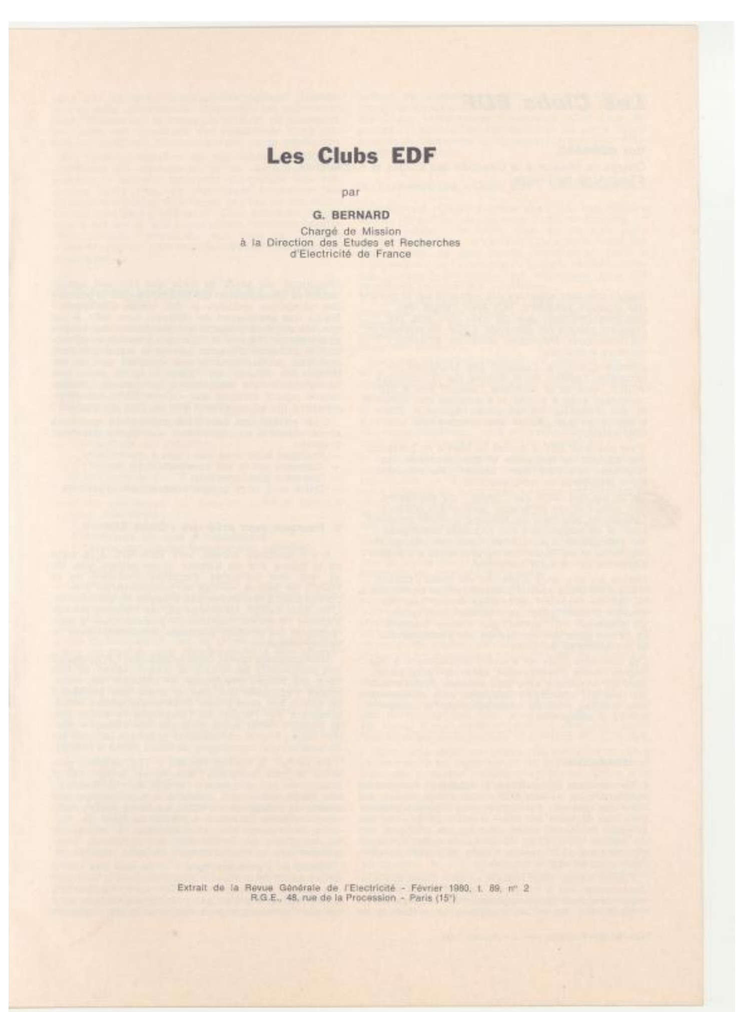


3. Un témoin pour l’histoire des sciences

Avec ses archives scientifiques



Les archives du Club Hautes températures (EDF)



Les Clubs EDF

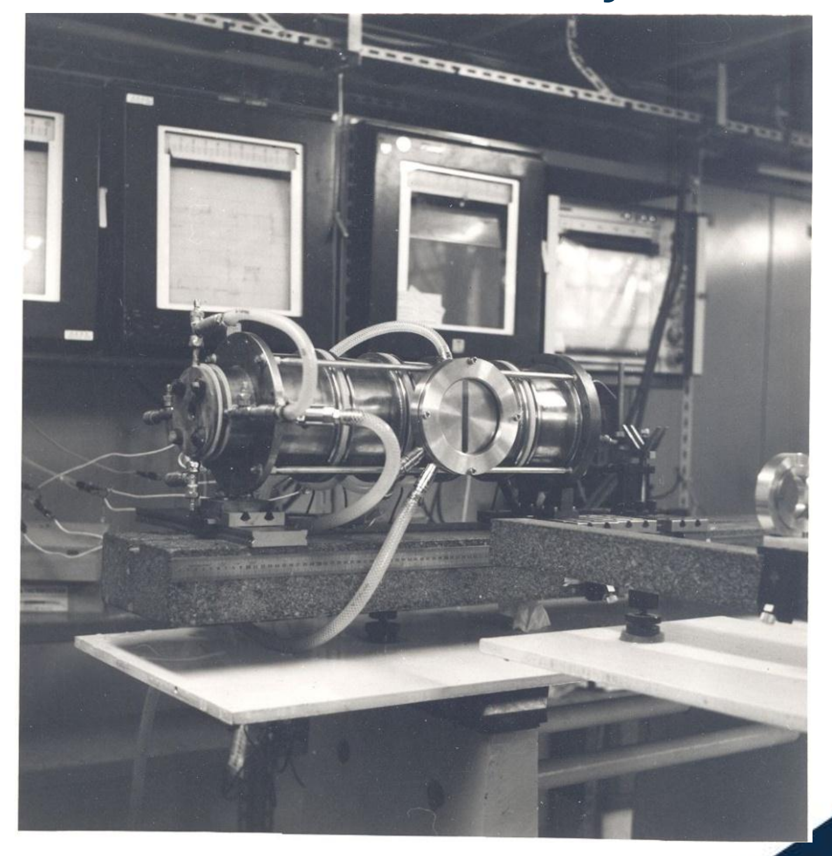
par

G. BERNARD

Chargé de Mission
à la Direction des Etudes et Recherches
d'Electricité de France

Extrait de la Revue Générale de l'Electricité - Février 1980, t. 89, n° 2
R.G.E., 48, rue de la Procession - Paris (15e)

CEA - Saclay





Une histoire liée à celle de l'Université de Limoges

1977, une année décisive

- 1976 : Convention tripartite CEA-EDF-Université de Limoges
- 1977 : Création du 1er laboratoire CNRS ERA 539 par Pierre Fauchais et Michel Billy
- Juin : Construction du bâtiment « Réacteur plasma » sur un terrain communal pris en charge par les collectivités locales (ville et région : M. Louis Longequeue, André Chandernagor, Alain Rodet)
- Juillet : 3e Symposium international de chimie des plasmas à Limoges



Une histoire liée au contexte national

la mutation industrielle de la fin du XXe siècle.

Le laboratoire Réacteur Plasma est un témoin des investissements de la filière électrométallurgique et métallurgie plasma

- Abandon de la filière **MHD** (Magnétohydrodynamique) développée de 1960 à 1970 en raison de l'abaissement du coût de l'énergie.

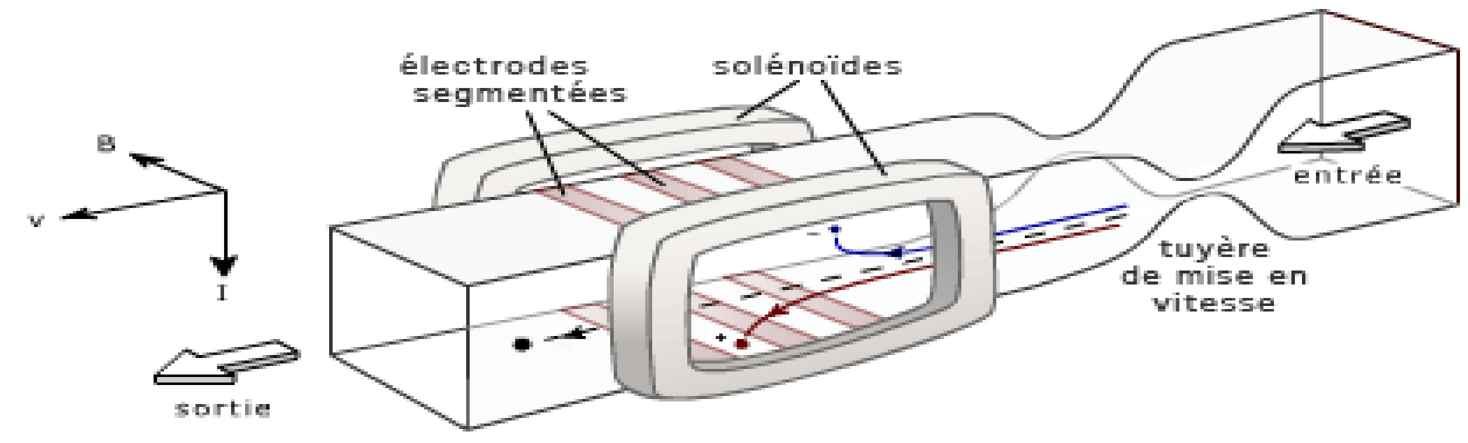
après 1977 :

- Abandon de la sidérurgie lorraine
- Concentration de la sidérurgie dans les ports de Fos, Dunkerque
- Programme de production « Tout nucléaire » d'EDF



Contexte national

Abandon de la filière MHD
Magnétohydrodynamique de 1960 à 1970



Il s’agissait de rendre conducteurs à hautes températures les gaz de combustion en les ensemençant avec des carbonates alcalins et de le faire débiter sous un fort champ magnétique dans un réacteur



Contexte industriel

Le nouveau modèle économique de la métallurgie

- Une énergie peu chère mais à coût fluctuant
  - Utilisation d’hydrocarbures de plus en plus légers (passage de la houille au gaz)
- La pression écologique
  - (disparition des usines de production de gaz de ville)
- Tentatives d’études d’une électrométallurgie distribuée en micro installations de production sur les sites consommateurs
  - (Investissements plus faibles)



Exemple de disparition industrielle par perte de compétences

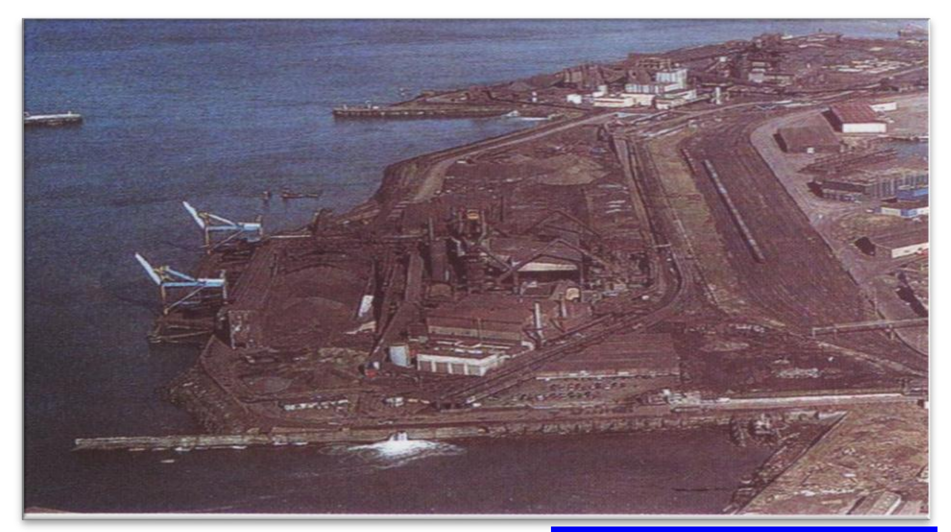
La production du ferromanganèse par la société du ferromanganèse Paris Outreau

Selon **Edmond Truffaut :**

- *Naissance, vie et mort d'un procédé industriel.*

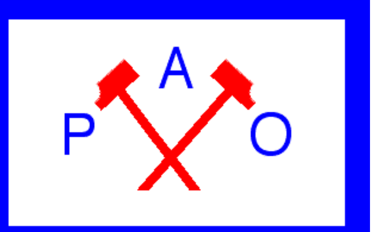
La fabrication du ferromanganèse au haut fourneau en France. 1875-2003. **A paraître.**

- *Manganèse et acier. Contribution à l'histoire de la sidérurgie française. 1774-1906* Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, thèse d'histoire sous la direction de Denis Woronoff, soutenue en juin 2000



Site SFPO en 1972. Le port et les hauts-fourneaux





Pavillon maritime des Aciéries Paris-Outreau©http://www.crwflags.com/fotw/flags/fr~hf.html

Edmond Truffaut, Ingénieur

- ancien directeur technique aux Aciéries de Paris et d'Outreau et à la Société du Ferromanganèse de Paris Outreau à Boulogne-sur-mer

- spécialiste de la fabrication au haut fourneau de ferroalliages à base manganèse : ferromanganèse, silico-manganèse.

Le réacteur plasma rotatif

conçu pour réaliser des électrodes susceptibles de collecter le courant induit dans des tuyères à température de paroi élevée (+ 1 600°C)

Four rotatif, alumine électro-fondue

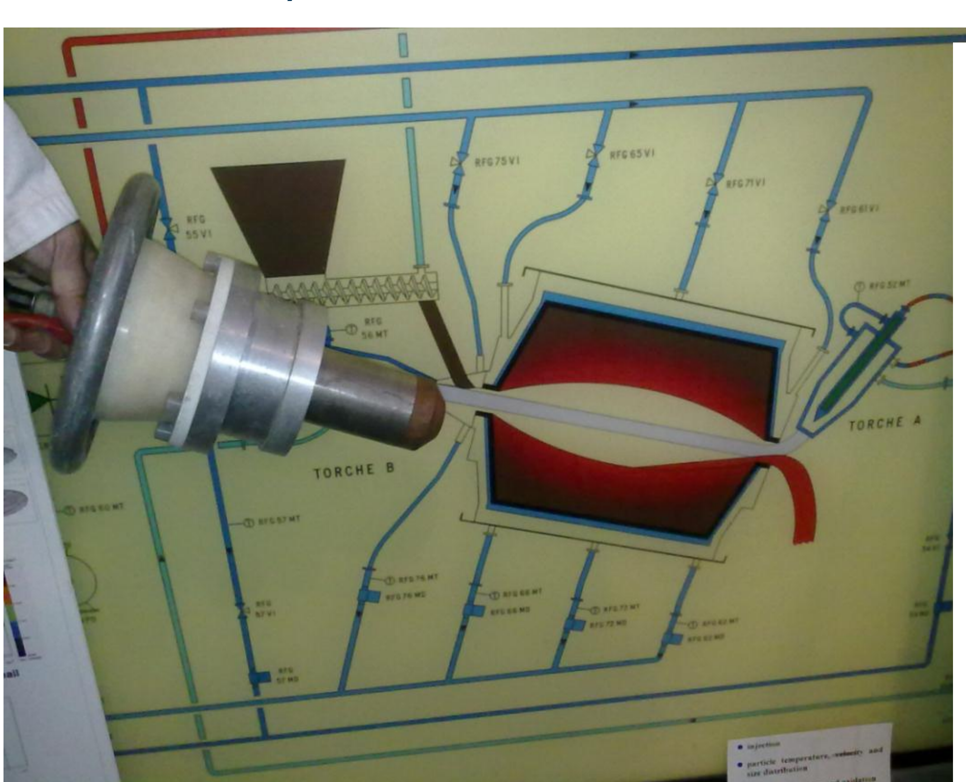
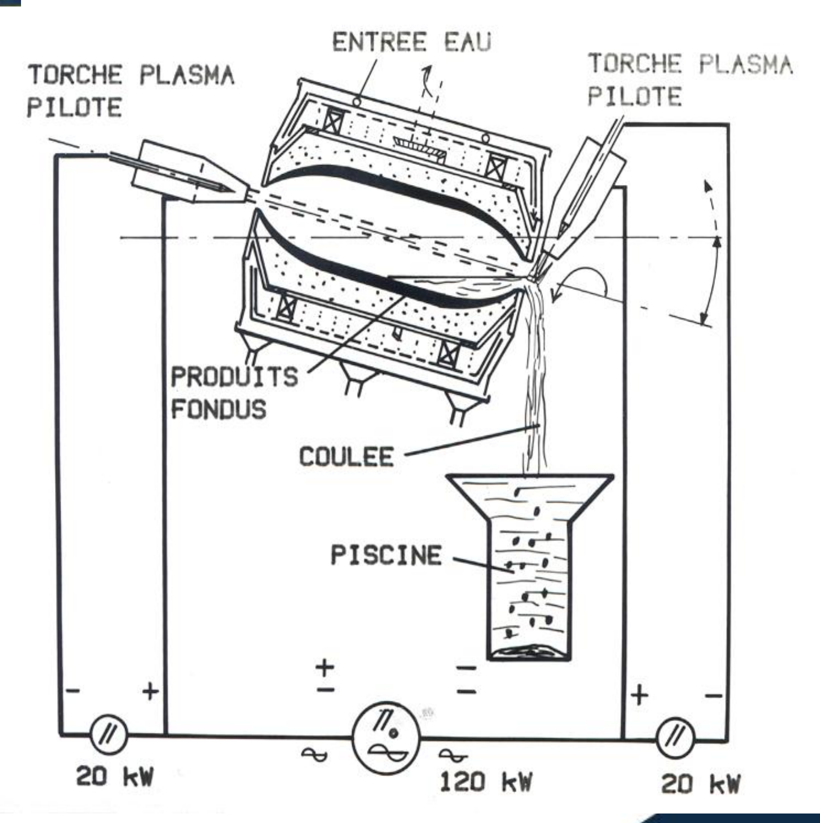
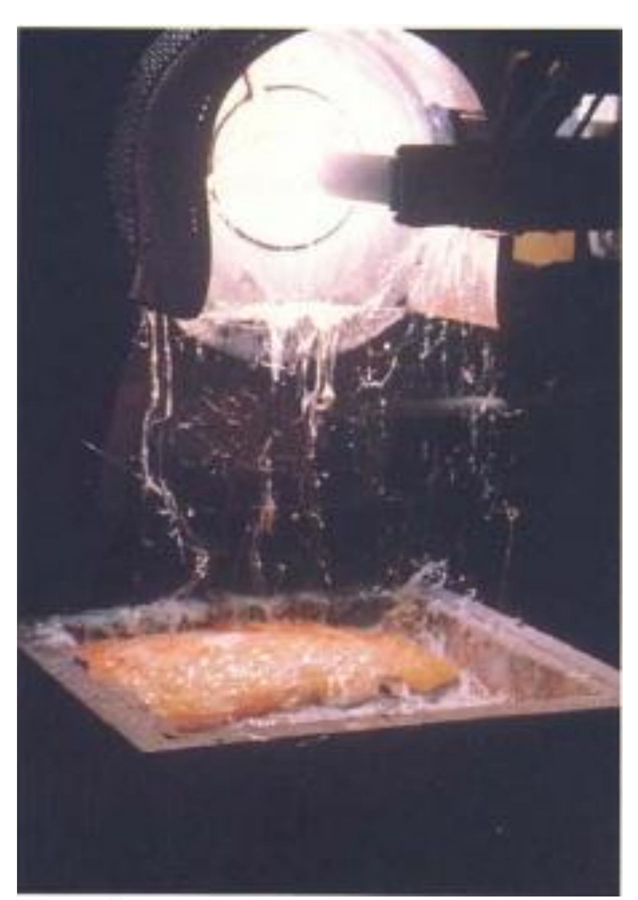


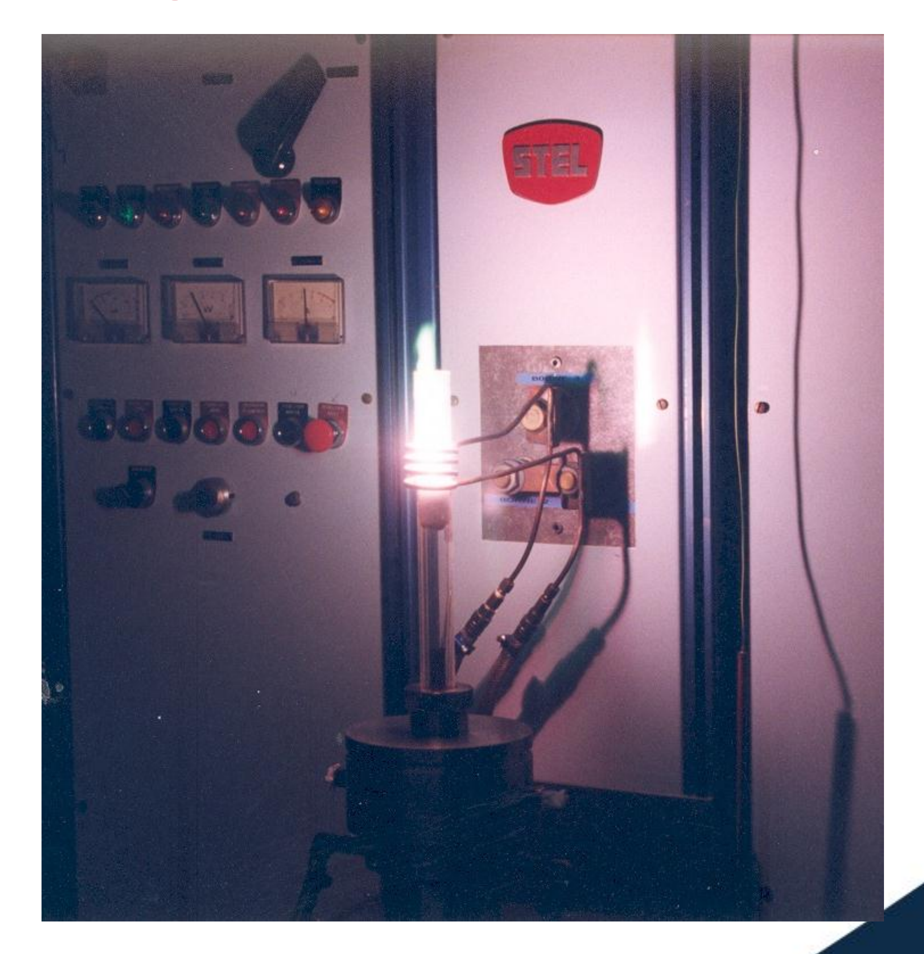
Schéma de principe





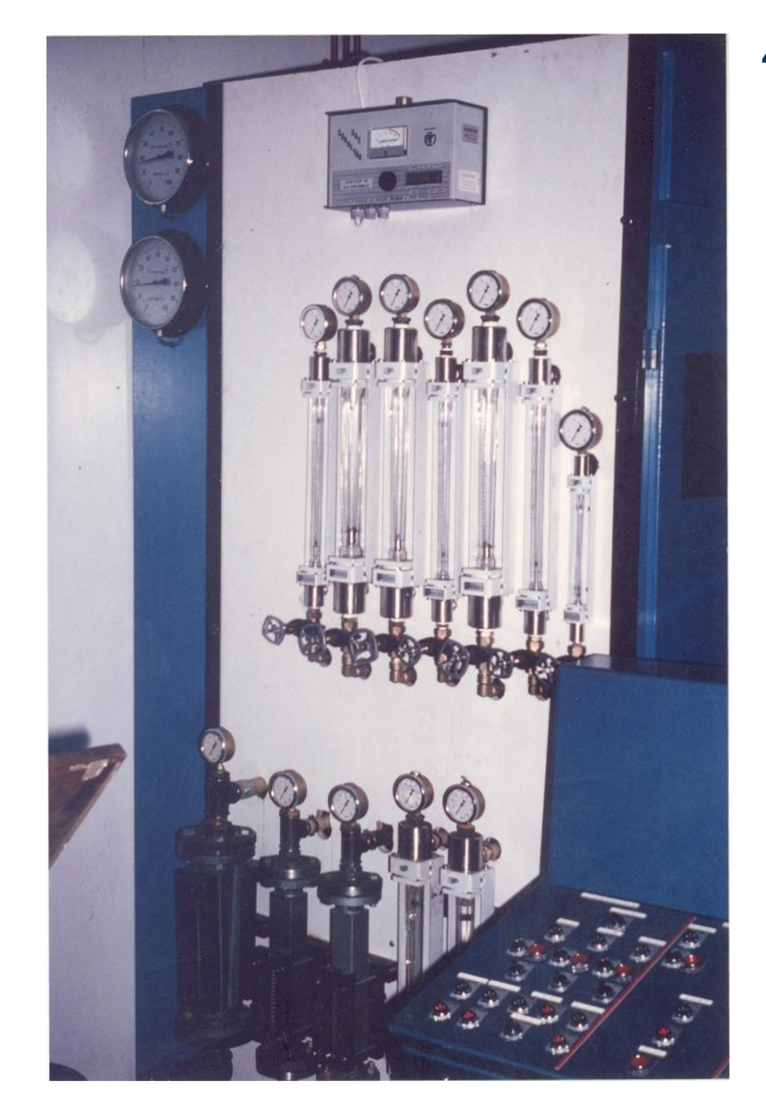
Les activités Plasmas et Arcs électriques de puissance à Limoges












Université
de Limoges

Réacteur plasma de métallurgie extractive et métallurgie d’affinage 800kW



Maquette





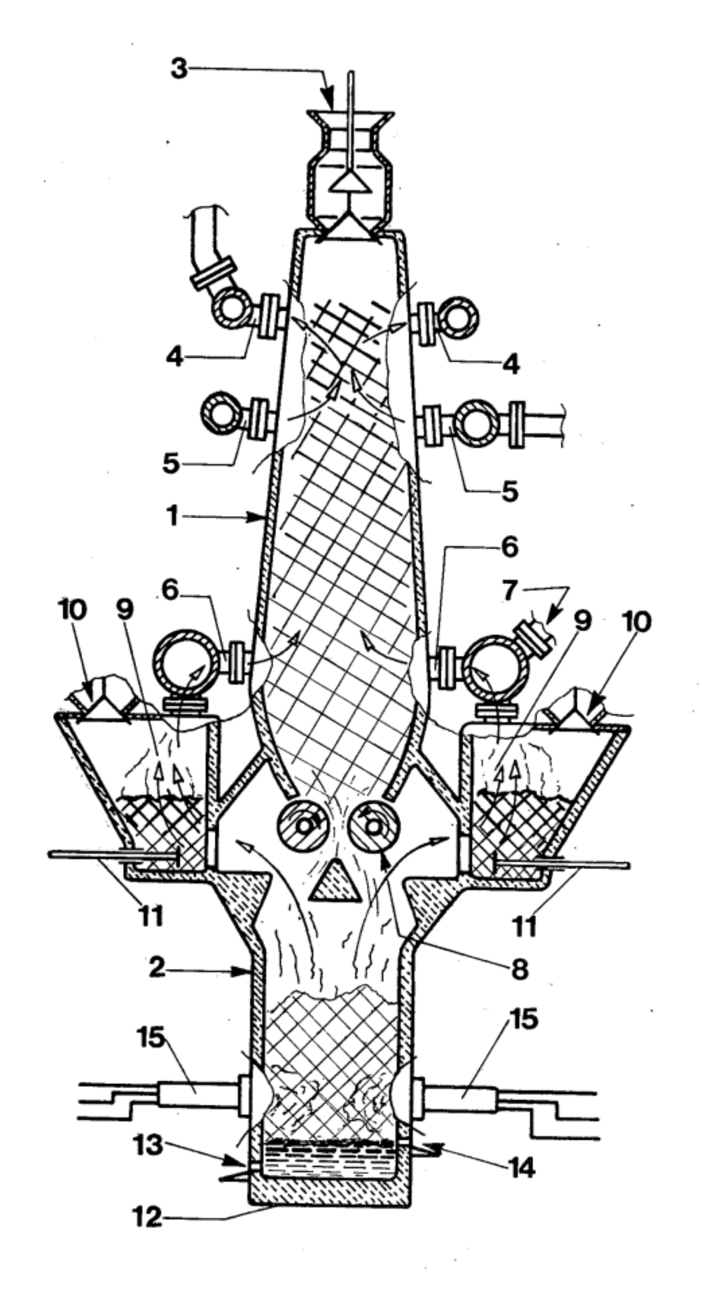
Projets de micro-métallurgie (1975)

METHOD OF REDUCING ORE USING A PLASMA BURNER

Inventor: Sven Santen, Hofors, Sweden

Assignee: SKF Industrial Trading and Development Company, B.V., Nieuwegein, Netherlands

Filed: Feb. 10, 1975



Brevets SKF de réduction des oxydes de fer



Métallurgie des ferroalliages (1977 à 1981)

Le premier réacteur conçu sur une idée de Betheleem Steel (USA), le film ruisselant, modifiée avec l'innovation de la cathode plongeante (1978).



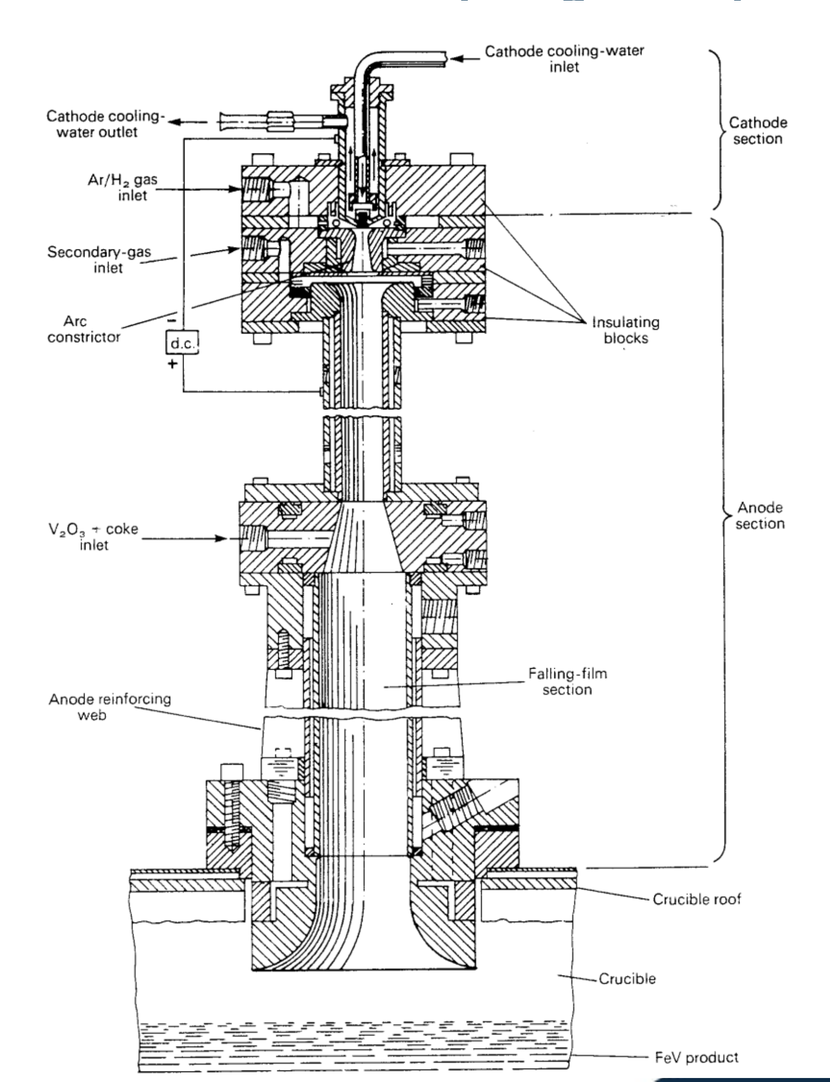




Schéma de principe des hauts fourneaux en métallurgie du ferromanganèse

Sortie des gaz
Gueulard
Cowpers
Laveur
Vent chaud
Vers centrale électrique
Dépoussiéreur
Charge
Trou de coulée
Vent froid
Soufflantes

FIGURE 2.2.1.
Haut fourneau à ferromanganèse.

Remplacement du coke par l’énergie électrique



Sur le site de Boulogne-Outreau neuf torches de 2MW réchauffaient les vents chauds



Cas de la métallurgie d’affinage (1985 à 1988)

En collaboration avec la société du Ferromanganèse Paris-Outreau SFPO, qui produit du ferromanganèse carburé et silicié :

- étude du procédé de métallurgie d’affinage,
- de la décarburation
- du désiliciage du ferromanganèse.

Un four pilote à plasma d’arc de

500 KW fut installé à Boulogne-sur-Mer par un ingénieur formé à Limoges





Cas de la métallurgie d’affinage (1985 à 1988)

Schéma du réacteur plasma de métallurgie extractive et métallurgie d’affinage 800 kW (1981)

refroidissement
arrivee gaz
CATHODE
sortie gaz
CYCLONES
CONDENSEUR
CREUSET
ANODE (arrivee courant)



Synthèse de poudres fines
1981 à 1982

Génération d’aérosols / Sûreté nucléaire

Un générateur d’aérosols métalliques fut développé en collaboration du CEA avec les sociétés suédoises Marviken et SKF pour la vaporisation d’une anode constituée d’aciers et de métaux nobles. Le réacteur pilote était installé à Hoffors (Suède).

Cette collaboration internationale avait pour objet de simuler la fusion d’un cœur de réacteur nucléaire et d’observer la déposition dans les circuits, des aérosols résultant de cette fusion.



Synthèse du nitrure d'aluminium

Synthèse par vaporisation puis condensation réactive de l'aluminium en plasma d'azote :

Concession d'option sur licence à Comapel (brevet ANVAR n°86-04-108), filiale du groupe SFPO (société du Ferromanganèse Paris-Outreau)

Le nitrure d'aluminium, outre ses propriétés thermomécaniques, a deux caractéristiques intéressantes :

1. faible mouillabilité par les métaux liquides (confection de creusets)
2. bonne conductivité thermique, exploitée dans des supports diélectriques (microcircuits électroniques)



Réacteur en lit fluide chauffé par plasma

Synthèse de céramiques (1985 à 1988)

1ère réalisation de pilotes destinés à la carbonitruration d'alumine

La cible était la production de céramiques thermomécaniques transparentes aux ondes électromagnétiques centimètriques et la fabrication de radômes.



Synthèse de céramiques du type carbonitrure d’aluminium en lit fluidisé

Les mêmes réacteurs pouvaient être utilisés pour densifier des poudres céramiques obtenues par atomisation

(contrat BRITE, dossier de brevet EDF)

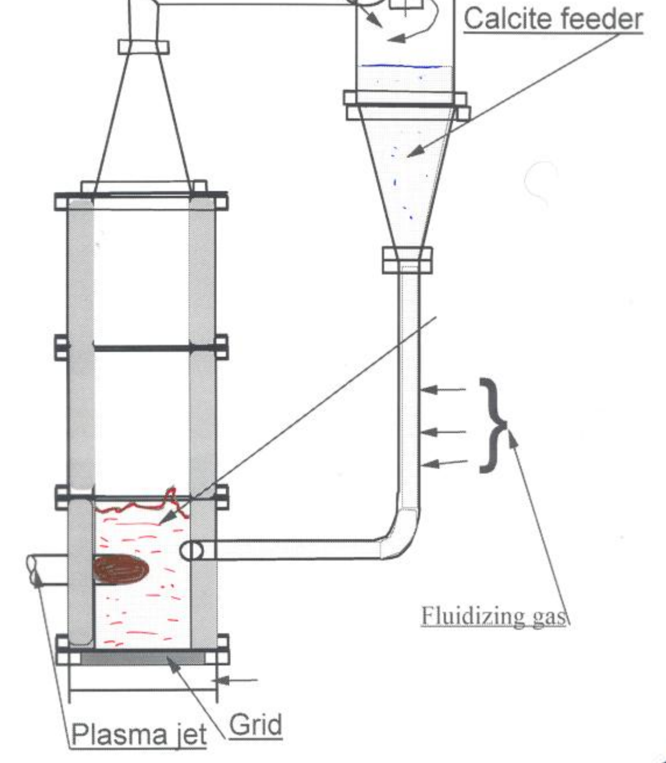




Destruction de rejets industriels fluorés (1985 à 1988)

Réacteur de synthèse ou de pyrolyse à lit fluide chauffé par plasma







Valorisation de H2S dans les raffineries de pétrole (Lavéra – Bouches-du-Rhône)

dixmutation de H2S => S + H2

Torche Vortex (torche à air)





Maquettage et étude paramétrique de la torche aérospatiale utilisée sur les hauts fourneaux (1988 à 1996)

Economie de coke en réchauffant par des torches plasmas les gaz au niveau des vents du haut-fourneau

Cubillot ou bas fourneau de refusion de ferrailles à l'usine Peugeot – Citroën de Sept-fons

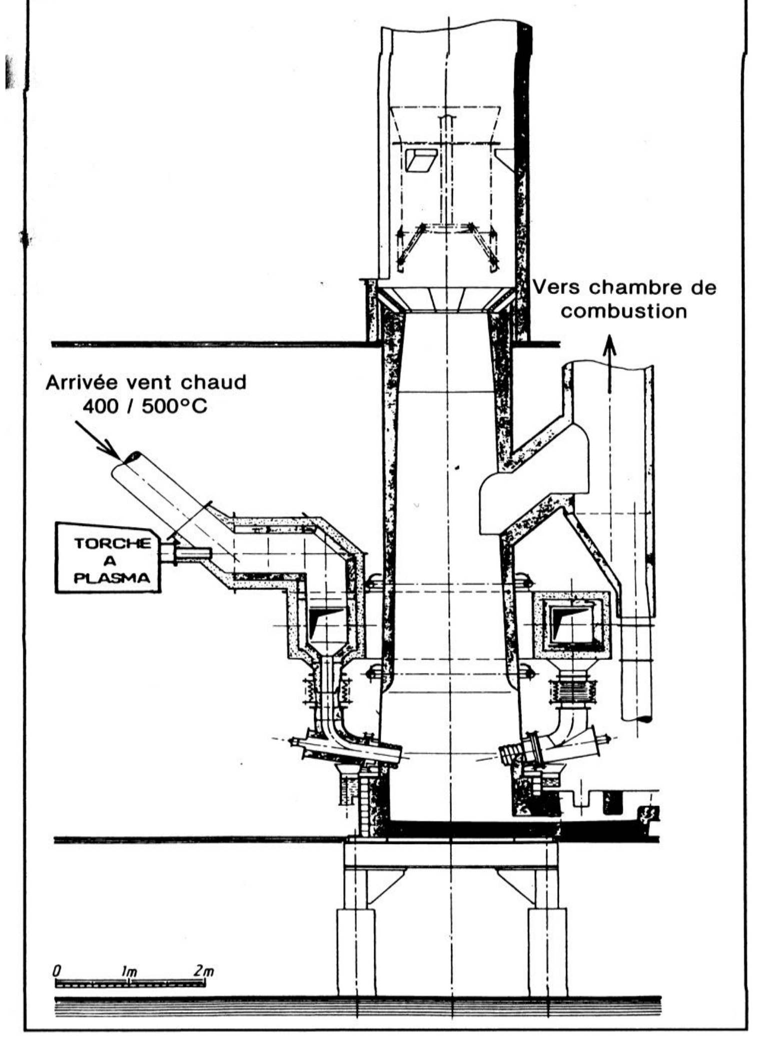



FIGURE 2.1.29.
Le cubilot de SEPT-FONS.



Logo de la Ville de Limoges en 1995









Recadrage par l’artiste d’une des photographies

Avenir des plasmas

En 2011 les plasmas thermiques industriels représentent un volume d’activités industrielles croissant sur trois principaux champs d’activité :

- **La métallurgie** (sidérurgie) avec la chauffe des cubilots de fonderies (Peugeot S.A.) et le maintien en température des poches et des sas de coulée continue.
- La **destruction et recyclage de rejets** ainsi l’amiante (EuroPlasma) et les organo-fluorés.





Avenir des plasmas

Les dépôts par projection thermique

Traitements de surface





Avenir des plasmas



En 2011 les plasmas thermiques industriels représentent un volume d'activités industrielles croissant sur trois principaux champs d'activité :

La métallurgie (sidérurgie) avec la chauffe des cubilots de fonderies (Peugeot S.A.) et le maintien en température des poches et des sas de coulée continue.

La **destruction et recyclage de rejets** ainsi l'amiante (EuroPlasma) et les organo-fluorés.



En 2011, recomposition du paysage industriel et technologique

Les grosses entreprises industrielles présentes en 1977 ont disparu.

- La société **SFPO** appartient au groupe Comilog, qui passe sous le contrôle de Eramet en 1997. En 2003 le site de Boulogne est fermé, probablement par perte de compétences technologiques (Selon Edmond Truffaut)
- Le groupe sidérurgique français **Usinor** fondé en 1948 a fusionné le 18 février 2002 avec l'espagnol **Aceralia** et le luxembourgeois **Arbed** pour former le groupe européen **Arcelor**.
- Au début de l'année 2006, le groupe néerlandais **Mittal** (d'origine indienne) lança une OPA hostile sur **Arcelor** qui aboutit à une fusion des deux groupes en juin 2006 pour former **Arcelor-Mittal**.



Electricité de France

Privée de son monopole de transport sur le territoire national recherche des marchés internationaux

- Désintérêt pour la recherche.
- Abandon d’activités,
- Compression de personnel

Problème de la mémoire industrielle et de la sauvegarde des « savoir-faire »



Sauvegarder : un appel

Dans le cadre de ces journées nous sollicitons votre collaboration sur des projets de même nature, des témoignages, des documents, une participation active au comité scientifique du projet de sauvegarde du « labo Plasma » de Limoges



Remerciements de Bernard PATEYRON

Je remercie les compagnons de trente-cinq années de route sur la voie plasma à Limoges,

***et particulièrement ceux qui nous ont quittés prématurément** :*

***Guy TREILLARD**, en 1997, d'une longue maladie,*

***Guy DELLUC**, en décembre 2002, d'un accident de la route,*

***David RIGOT**, en 2008, à son domicile.*



merci de votre attention

